

СРАВНЕНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАТА В КИОКУСИНКАЙ

Наталья Сергеевна Демченко, доцент, Российский университет спорта, Москва

Аннотация

Актуальность исследования определена необходимостью выявления в соревновательной деятельности квалифицированных спортсменов, специализирующихся в дисциплине ката киокусинкай, биомеханических особенностей выполнения ката. Цель исследования – выявить особенности скоростных биомеханических характеристик спортсменов, специализирующихся в ката киокусинкай, лидеров и призеров соревнований высокого уровня. Задачи исследования: обозначены ключевые технические комбинации ката Гэкисай Сё и фазы их выполнения; определить время выполнения отдельных фаз комбинаций и общее время выполнения ката Гэкисай Сё; определить максимальные значения скоростей различных суставов тела спортсменов. Методы исследования: теоретический анализ и обобщение научно-методических литературных источников; динамометрия; оптические методы трехмерной регистрации движений; методы математической статистики. Организация исследования. Исследование проходило на базе лаборатории биомеханики НИИ спорта Российского университета спорта. Для изучения техники ката в лабораторном эксперименте был выбран фрагмент ката Гэкисай Сё, который включал в себя следующие технические действия: дзэнкуцу дачи, гяку дзуки, маэ гэри, хикитэ и хикиаси, тоби, кэкаси дачи с моротэ дзуки. Для изучения кинематической структуры технических действий применялся аппаратно-программный комплекс (АПК) «Qualisys» с программным обеспечением «Qualisys Track Manager (QTM)». Результаты исследования. В ходе проведенного исследования установлено, что при практически одинаковом времени выполнения ката, лидерами на 21,7% ($p < 0,05$) достоверно больше времени уделяется на выполнение третьей прыжковой фазы, что в свою очередь благоприятно сказывается на технике. Максимальная скорость лучезапястных, голеностопных суставов, а также общего центра масс тела лидеров гораздо выше, чем у призеров, при этом максимальное значение горизонтальной силы реакции опоры у лидеров меньше, чем у призеров. Выводы. Эталонные показатели позволяют вносить корректировки в тренировочный процесс спортсменов на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Ключевые слова: киокусинкай каратэ, биомеханические характеристики, скорость выполнения ката, специальная физическая подготовка.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.02.p105-110

COMPARISON OF BIOMECHANICAL FEATURES OF HIGHLY QUALIFIED ATHLETES WHEN PERFORMING KATA IN KYOKUSHIN

Natalya Sergeevna Demchenko, the docent, Russian University of Sports, Moscow

Abstract

The relevance of the study is determined by the need to identify in the competitive activity of qualified athletes specializing in the discipline of kata kyokushin, biomechanical features of kata performance. The purpose of the study is to identify the features of high-speed biomechanical characteristics of athletes specializing in kata kyokushin, leaders and winners of high-level competitions. Research objectives: to designate the phases of the motor action when performing the Gekisai Se kata; determine the execution time of individual phases and the total combination time in kata Gekisai S; determine the maximum values of the speeds of various joints of the athletes' body. Research methods: theoretical analysis and generalization of scientific and methodological literature sources; dynamometry; optical methods of three-dimensional registration of movements; methods of mathematical statistics. Organization of research. The study was conducted on the basis of the biomechanics laboratory of the Research Institute of Sports of Russian Sport University. To study the kata technique in a laboratory experiment, a fragment of the Gekisai Sho kata was selected, which included the following technical actions (zenkutsu dachi, gyaku zuki, mae gary, hikite and hikiasi, tobi, kakeasi dachi with morote zuki). To study the kinematic structure of technical actions, the Qualisys hardware and software complex (APC) with the Qualisys Track Manager (QTM) software was

used. The results of the study. In the course of the study, it was found that with almost the same kata execution time, the leaders by 21.7% ($p<0.05$) significantly more time is devoted to performing the 3 phase of the final acceleration, which in turn has a favorable effect on the technique. The maximum speed of the wrist, ankle joints, as well as the total center of mass of the leaders' body is much higher than that of the prize-winners, while the maximum value of the horizontal reaction force of the support of the leaders is less than that of the prize-winners. Conclusions. The reference indicators will allow making adjustments to the training process of athletes at the stage of improving sports skills.

Keywords: kyokushin karate, biomechanical characteristics, speed of kata performance, special physical training.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний момент рост спортивных достижений в дисциплинах киокусинкай и усиливающаяся международная конкуренция между квалифицированными спортсменами формирует необходимость поиска и научного обоснования эффективных технологий построения и реализации тренировочного процесса на этапах спортивного мастерства (этапе совершенствования спортивного мастерства и этапе высшего спортивного мастерства) [1, 2]. В связи с этим ставится актуальным выявление особенностей скоростных биомеханических характеристик спортсменов-лидеров (1 и 2 места) и сравнение их с соответствующими показателями спортсменов, занимающих 3 и 4 места на соревнованиях высокого уровня.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось на базе лаборатории биомеханики НИИ спорта РГУФКСМиТ. В исследовании приняли участие 8 квалифицированных спортсменов, специализирующихся в дисциплине ката киокусинкай в возрасте $28,2\pm 10,1$ лет. Средняя масса тела испытуемых составила $71,5\pm 3,7$ кг, средняя длина тела – $179,1\pm 4,1$ см. Испытуемые имели опыт соревновательной деятельности в среднем не менее 8 лет. Испытуемые 1 группы ($n=4$) – лидеры, победители соревнований высокого уровня, а испытуемые 2 группы ($n=4$) – призёры, занимавшие не выше 3 места.

В ходе лабораторного эксперимента для изучения кинематической структуры технических действий применялся аппаратно-программный комплекс (АПК) «Qualisys» с программным обеспечением «Qualisys Track Manager (QTM)». С помощью программы «QTM» производится первичный сбор данных с восьми высокоскоростных видеокамер «Oqus» 3-й серии. Частота съёмки составляла 200 Гц. Точность измерения координат маркеров определялась погрешностью при калибровке системы, которая не превышала 1,6 мм.

Камера в инфракрасном спектре подсвечивает пассивные маркеры, закрепленные на теле испытуемого, и регистрирует отраженный сигнал. С помощью серверного оборудования оптическая система определяет координаты расположения пассивного маркера в трехмерном пространстве. Точка отсчета и направление осей трёхмерной системы координат определяются по результатам калибровки АПК. В проводимом исследовании ось X соответствовала продольной горизонтальной оси движения спортсмена, а ось Y – поперечной. Для регистрации движений звеньев тела испытуемого пассивные маркеры крепились на латеральной части осей суставов тех участков тела, которые представляли интерес для анализа.

После проведения биомеханической съёмки с помощью программы «Qualisys Track Manager (QTM)» осуществлялся расчет кинематических характеристик выбранных опорных точек, а также возможность построения многозвенной модели тела спортсмена (рисунок 1).

Для измерения силы реакции опоры (СРО) в исследовании использовались две динамометрические платформы фирмы «АМТИ» позволяющие измерять изменение вертикальной и двух горизонтальных составляющих силы реакции опоры. Ось Z – характеризовало изменение СРО в вертикальном направлении. Ось X – изменение СРО в продольном

горизонтальном направлении и ось – Y изменение СРО в поперечном горизонтальном направлении. Данные с платформ, также как и данные с камер, передавались через АЦП и серверное оборудование и обрабатывались в программной среде «Qualisys Track Manager (QTM)».

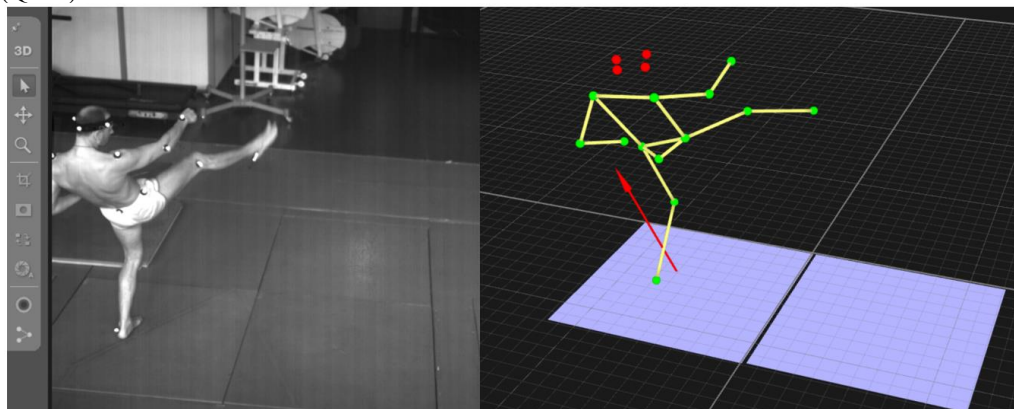


Рисунок 1 – Построение многозвенной модели тела спортсмена с использованием АПК «Qualysis»

Для изучения техники ката в лабораторном эксперименте был выбран фрагмент ката Гэкисай Сё, который включал в себя следующие технические действия (К₁ – дзэнкуцу дачи, гяку дзуки, К₂ – маэ гэри, К₃ – хикитэ и хикиаси, К₄ – тоби, К₅ – какэаси дачи с моротэ дзуки) (рисунок 2).

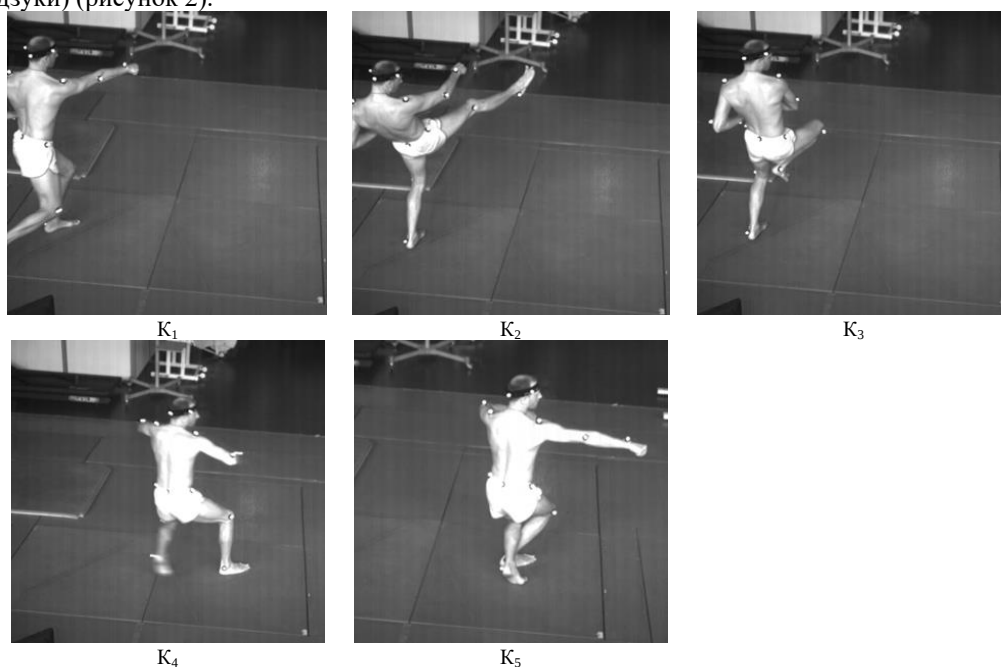


Рисунок 2 – Фрагмент ката при выполнении маэ гэри и переходе в стойку какэаси дачи с экрана монитора в лабораторном эксперименте

Испытуемые выполняли по две попытки данного ката (предварительная и основная), фиксировался результат второй попытки.

После проведенного лабораторного эксперимента с помощью использования программного пакета «QTM» производилось построение многозвенной модели тела

спортсмена и расчет следующих биомеханических характеристик:

1. Максимальное значение скорости ($V_{\max}$) голеностопного сустава (ГСС) от момента отрыва ударной ноги до ее полного выпрямления при выполнении маэ гэри.
2. Максимальное значение скорости ГСС от момента выпрямления ударной ноги в коленном суставе до ее сгибания (хики аси).
3. Максимальное значение скорости лучезапястного сустава (ЛЗС) правой руки при выполнении ката.
4. Максимальное значение скорости ЛЗС левой руки при выполнении ката.
5. Максимальное значение скорости общего центра масс (ОЦМ) спортсмена при выполнении ката.
6. Максимальное значение горизонтальной силы реакции опоры (ГСРО).
7. Время выполнения всей комбинации ката.

В ходе исследования проводилось сопоставление биомеханических характеристик спортсменов 1 и 2 групп.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 3 представлена динамика скорости голеностопного сустава при выполнении маэ гэри и переходе в стойку какэаси дачи (вертикальными линиями обозначены ключевые моменты, по которым определялся фазовый состав изучаемой комбинации в ката).

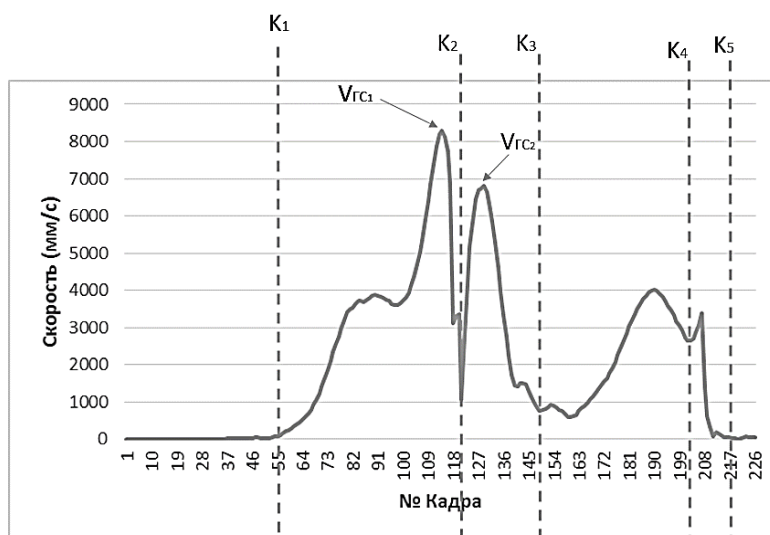


Рисунок 3 – Динамика скорости голеностопного сустава при выполнении маэ гэри и переходе в стойку какэаси дачи (фрагмент исследования)

При выполнении ката Гэкисай Сё были обозначены следующие ключевые технические комбинации и фазы их выполнения:

Фаза 1 (подготовительная) – от K1 до K2 (от момента отрыва ударной ноги до ее полного выпрямления при выполнении маэ гэри).

Фаза 2 (ударная) – от K2 до K3 – от момента выпрямления ударной ноги в коленном суставе до ее сгибания (хики аси).

Фаза 3 (прыжковая) – от K3 до K4 (от окончания хики аси до постановки ноги на опору).

Фаза 4 (заключительная) – от K4 до K5 (от постановки ноги на опору до полной остановки движения).

В таблице 1 представлены значения времени отдельных фаз изучаемого фрагмента ката у испытуемых 1 и 2 групп.

Достоверность независимых совокупностей рассчитывалась по U-критерию Манна-Уитни.

Таблица 1 – Время выполнения отдельных фаз и общее время всей комбинации в ката у спортсменов 1 и 2 групп

Показатели		Фаза								Время выполнения (с)	
		1		2		3		4			
Группа	1 группа (n=4)	2 группа (n=4)	1 группа (n=4)	2 группа (n=4)	1 группа (n=4)	2 группа (n=4)	1 группа (n=4)	2 группа (n=4)	1 группа (n=4)	2 группа (n=4)	
№											
1	0,69	0,70	0,30	0,30	0,65	0,35	0,90	0,99	2,54	2,34	
2	0,71	0,77	0,22	0,25	0,63	0,48	0,87	0,98	2,43	2,48	
3	0,60	0,79	0,25	0,28	0,52	0,49	0,94	1,13	2,31	2,69	
4	0,61	0,75	0,20	0,27	0,50	0,48	1,12	1,11	2,43	2,61	
X _{ср.}	0,7	0,8	0,2	0,3	0,6	0,5	1,0	1,1	2,4	2,5	
σ	0,06	0,04	0,04	0,02	0,08	0,07	0,11	0,08	0,09	0,15	
Δ _{абс.}	0,10		0,03		-0,13		0,10		0,10		
Δ _{отн.} , %	15,3		13,4		-21,7		9,9		4,2		
U _{эмп.}	1		4		0		3		4		
p(0,05)	зона неопределенности		>0,05		<0,05		>0,05		>0,05		
Примечание: при n=4, U _{кр} (0,05)=1.											

Примечание: при n=4, U_{кр.}(0,05)=1.

Из представленной динамики следует, что общее время выполнения ката у победителей и призеров различается незначительно – на 4,2% (при p>0,05). При этом если рассматривать динамику выполнения комбинации двигательных действий в ката по фазам, то показатели скорости 3 фазы финального разгона у победителей и призеров имеют статистически значимые различия, т. е. призеры выполняют 3 фазу достоверно быстрее, чем победители на 21,7% (при p <0,05), при недостоверном различии в скорости выполнения 1-ой, 2-ой и 4-ой фазам – относительное отклонение между группами по этим фазам не превышает 15,3% (при p>0,05). Таким образом, можно предположить, что призеры, выполняя 3 фазу заключительного разгона быстрее победителей, проводят двигательное действие с нарушением техники.

В таблице 2 представлены максимальные значения скоростей различных суставов тела спортсменов при выполнении ката, а также максимальное значения ГСРО при отталкивании от опоры.

Таблица 2 – Максимальные значения скоростей различных суставов тела спортсменов первой (n=4) и второй (n=4) групп при выполнении ката, а также максимальное значения ГСРО при отталкивании от опоры

Показатели	V _{max} сустава (м/с)										ГСРО _{max} (Н)	
	ГСС		ГСС при хики аси		ЛЗС правой руки		ЛЗС левой руки		ОЦМ			
Группа	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
№												
1	10,4	8,3	6,8	6,4	7,3	5,9	5,9	3,4	2,3	2,2	485	446
2	10,3	8,4	6,9	6,2	7,3	6,5	6,1	4,1	2,4	2,1	488	461
3	9,8	5,3	6,6	5,1	7,1	5,9	6,5	5,3	2,5	2,1	486	453
4	9,7	6,3	6,7	5,4	6,9	6,4	7,1	5,2	2,4	2,1	482	455
X _{ср.}	10,1	7,1	6,8	5,8	7,2	6,2	6,4	4,5	2,4	2,1	485,3	453,8
σ	0,35	1,53	0,13	0,62	0,19	0,32	0,53	0,91	0,08	0,05	2,50	6,18
Δ _{абс.}	-2,98		-0,97		-0,98		-1,90		-0,28		-31,50	
Δ _{отн.} , %	-42,0		-16,9		-15,8		-42,2		-12,9		-6,9	
U _{эмп.}	0		0		0		0		0		0	
p(0,05)	<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Примечание: при n=4. U _{0,05} (0,05)=1.												

Примечание: при n=4, U_{кр.}(0,05)=1.

Из представленной динамики следует, что скорости различных суставов лидеров соревнований достоверно выше, чем у призеров. Так, относительное отклонение средней по группе лидеров величины максимальной скорости ГСС составляет 42,0% (при p<0,05) по

сравнению с аналогичным показателем группы призеров. Скорость движения голеностопного сустава при выполнении хики аси у лидеров на 16,9% достоверно выше по сравнению с призерами. Максимальная скорость лучезапястного сустава левой руки лидеров в среднем на 42,2% (при $p < 0,05$) достоверно выше соответствующего показателя испытуемых из второй группы. При этом следует отметить, что максимальное значение горизонтальной силы реакции опоры и победителей ($453,8 \pm 6,18$ Н) достоверно меньше на 6,9% (при $p < 0,05$), чем у призеров ($485,3 \pm 2,50$ Н).

ВЫВОДЫ

1. При выполнении ката Гэкисай Сё были обозначены ключевые технические комбинации и фазы их выполнения: подготовительная, ударная, прыжковая и заключительная.
2. Результаты проведенного исследования позволили выявить недостатки выполнения ката призерами. Установлено, что при практически одинаковом времени выполнения ката, лидерами на 21,7% ($p < 0,05$) достоверно больше времени уделяется на выполнение третьей прыжковой фазы, что в свою очередь благоприятно сказывается на технике. Призеры 3 фазу выполняют быстро, но в ущерб качеству техники.
3. В ходе проведенного исследования были установлены модельные биомеханические характеристики лидеров, ориентируясь на которые, можно будет выявлять недостатки спортсменов-призеров. Максимальная скорость лучезапястных, голеностопных суставов, а также общего центра масс тела лидеров гораздо выше, чем у призеров, при этом максимальное значение горизонтальной силы реакции опоры у лидеров меньше, чем у призеров. Все эти параметры указывают на быстроту выполнения двигательных действий высокое мастерство техники исполнения ката.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демченко Н.С. Анализ технической подготовленности спортсменов киокусинкай в зависимости от соматотипа / Н.С. Демченко // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 4 (206). – С. 116–122.
2. Демченко Н.С. Проблемы интегральной подготовки спортсменов высокой квалификации, выступающих в ката в киокусинкай, и пути их решения / Н.С. Демченко // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 2 (204). – С. 112–117.

REFERENCES

1. Demchenko. N. (2022) "Analysis of the technical readiness of kyokushin athletes depending on the somatotype", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 4 (206), pp. 116–122.
2. Demchenko. N. (2022) "Problems of integral training of highly qualified athletes performing in the Kyokushin karta, and ways to solve them", *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, No. 2 (204), pp. 112–117.

Контактная информация: rgufk.nd@gmail.com

Статья поступила в редакцию 03.02.2023

УДК 796.433

СРЕДСТВА РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ СПОРТСМЕНОВ В РАЗЛИЧНЫХ СПОРТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КЛАССАХ В ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИНАХ БЕГ НА 100 МЕТРОВ НА РЕЙС РАННЕ (ФРЕЙМ РАННЕ) СПОРТ ЛИЦ С ПОРАЖЕНИЕМ ОПОРНО- ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Игорь Викторович Дмитриев, доцент, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург